

Analisis Six Big Loss Pada Mesin Pengolahan Minyak CPO dengan Metode OEE (Studi Kasus: di PT. Fajar Baizury and Brother)

Arie Saputra*¹, Muzakir*², Munti Suryani*³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
e-mail: *¹arie.saputra@utu.ac.id, *²muzakir@utu.ac.id, *³munti@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas penentuan setiap mesin pengolah minyak CPO dalam proses produksi menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness, menentukan persentase masing-masing faktor yang terkandung dalam six big losses dan menentukan faktor dominan yang diperlukan dalam mesin pengolah minyak CPO. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE dari masing-masing mesin pengolah minyak CPO, nilai OEE pada Sterilizer adalah 71,41%, untuk mesin Thresher sebesar 75,64%, untuk mesin Screw Press pada 68,21, dan nilai OEE pada mesin Clarification adalah 78,16%, sedangkan six big losses memiliki proporsi kehilangan waktu terbesar dan yang perlu diperbaiki adalah mengurangi kecepatan kehilangan yaitu sebesar 84,62%, kondisi ini menunjukkan kemampuan mesin press dan Clarification dalam mencapai target produksi dan dalam mencapai kondisi ideal yaitu 85%. Persentase besarnya faktor yang terkandung dalam six big losses, yaitu mesin sterilizer akibat proses kerugian kecacatan dan pengurangan hasil dengan tingkat persentase yang sama yaitu sebesar 49,03%, pada mesin Thresher yang disebabkan oleh pengurangan kecepatan kehilangan dengan tingkat persentase 72,70%, pada mesin Press dihasilkan oleh Reduced Speed Loss dengan tingkat persentase 34,50% dan mesin Clarification disebabkan oleh Reduced Speed Loss dengan tingkat persentase 84,62%, dari empat mesin pengolahan CPO faktor six big losses yaitu, pada mesin yang tidak menguntungkan, ini sulit untuk dihindari karena kekurangan ini juga karena kualitas minyak CPO yang buruk karena kadar asam lemak bebas dan kadar air yang tinggi. Faktor dominan yang mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin pengolah minyak CPO yang terjadi selama periode Agustus 2018-Juli 2019 dengan metode OEE pada mesin Screw Press yaitu sebesar 73,85% seperti yang diharapkan berdasarkan standar OEE kelas dunia (85%) menggunakan dengan mesin lain ini disebabkan oleh kecepatan dan tekanan saat memproses TBS berkurang / tidak stabil, mesin press yang sering digunakan untuk memperbaiki kerusakan yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi kualitas dan kuantitas yang diharapkan.

Kata kunci - Six Big Losses, Mesin Pengolahan CPO, Overall Equipment Effectiveness, Total Productive Maintenance

Abstract

This study discusses determining each CPO oil processing machine in the production process using the Overall Equipment Effectiveness method, determining the percentage of each factor contained in the six major losses and determining the dominant factors needed in the CPO oil processing machine. Based on the results of the study showed that the OEE value of each of the CPO oil processing machines OEE value on the steriizer was 71.41%, for the Thresher machine at 75.64%, for the Screw Press machine at 68.21 and OEE value on the clarification machine is 78.16% while the six major loss factor has the greatest proportion of time loss and needs to be repaired is reducing the speed of loss that is equal to 84.62%, this condition shows the ability of the press and clarification machine in achieving the target production and in achieving the ideal conditions that is yaitu 85%. Percentage of the magnitude of the factors contained in the six major losses, namely the strelelizer machine due to the Process of Disability Losses and Yield Reduction with the same percentage level that is equal to 49.03%, on the Thresher machine caused by Reduction of Speed Loss with a percentage level of 72.70%, on Press machines Generated by Reduced Speed Loss with a percentage level of 34.50% and Clarification machines caused by Reduced Speed Loss with a percentage level of 84.62%, from the four CPO processing machines a factor of six large losses that is, on a disadvantage machine, this is difficult to avoid because of this deficiency also because of the poor quality of CPO oil due to free fatty acid levels and high water content. The dominant factor influencing the effectiveness of the use of CPO oil processing machines that occurred

during the period August 2018-July 2019 with the OEE method on the Screw Press machine that is equal to 73.85% as expected based on world class OEE standards (85%) using with other machines this is caused by the speed and pressure when processing FFB is reduced / unstable, the press machine that is used often to repair the damage produced does not meet the expected quality and quantity specifications.

Keywords - *Six Big Losses, CPO Processing Machine, Overall Equipment Effectiveness, Total Productive Maintenance*

1. PENDAHULUAN

Salah satu sumber daya yang sangat penting yang harus dioptimalkan penggunaannya adalah mesin produksi. PT. Fajar Baizury and Brother merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada sektor perkebunan dan pengolahan kelapa sawit dengan *Crude Palm Oil* (CPO) serta kernel (inti sawit) sebagai hasil produk utama. Perusahaan menerapkan sistem pemeliharaan *scheduled maintenance* untuk mendukung kelancaran proses produksinya. Namun pada kenyataannya, proses produksi sering terhambat.

Permasalahan yang dijumpai pada perusahaan adalah seringnya salah satu mesin pengolahan minyak CPO berhenti beroperasi karena adanya breakdown dan harus dilakukan kegiatan perbaikan dengan mencari komponen yang rusak dan menggantinya dengan komponen yang baru (*corrective maintenance*). Disamping itu, mesin membutuhkan waktu setup yang lebih karena kegiatan perbaikan mesin. Hal ini menyebabkan perusahaan kehilangan banyak waktu produksi yang berdampak pada target produksi tidak terpenuhi dalam arti efektifitas mesin rendah. rata-rata waktu kerusakan mesin tertinggi yaitu mesin press dengan nilai rata-rata waktu kerusakan mencapai 17.37 jam dan rata-rata waktu kerusakan terkecil yaitu pada mesin clarification yaitu mencapai 5.29 jam dalam satu periode. Hal ini akan mempengaruhi efisiensi kinerja mesin pengolahan minyak CPO dalam dalam proses produksinya, untuk mengatasi hal tersebut diperlukan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk melakukan pengukuran dan evaluasi efektifitas mesin.

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan sifatnya, maka penelitian ini digolongkan sebagai penelitian deskriptif (*descriptif research*) yaitu penelitian yang melakukan pemecahan terhadap suatu masalah yang ada sekarang secara sistematis dan faktual berdasarkan data yang ada.

2.1. Teknik Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan beberapa metode atau teknik dan instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data diantaranya adalah:

1. Teknik Observasi

Melakukan pengamatan langsung di pabrik terutama dibagian mesin pengolahan minyak CPO, untuk menggali segala informasi atau data yang dibutuhkan untuk pemecahan masalah.

2. Teknik wawancara

Melakukan wawancara dan diskusi secara langsung terhadap pimpinan atau karyawan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan data-data yang diperlukan agar tercapai tujuan penelitian.

3. Teknik Kepustakaan

Teknik kepustakaan yaitu dengan mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan penelitian.

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi dalam dua bagian diantaranya adalah:

1. Data Primer yang dikumpulkan dalam penelitian ini dengan melakukan pengamatan secara langsung pada daerah kerja atau tempat proses produksi pengolahan CPO diantaranya meliputi data:
 - a. Data Siklus Waktu *Setup*
 - b. Data Waktu Pembersihan Mesin
2. Data Sekunder adalah data yang hanya dapat kita peroleh dari sumber asli perusahaan. Adapun data sekunder dalam penelitian ini adalah:
 - a. *Down Time*
 - b. *Planned Downtime*
 - c. Data Produksi CPO.

2.2. Pengolahan Data

Prosedur dan teori yang digunakan untuk melakukan pengolahan data dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan *Availability Ratio*
Availability ratio merupakan rasio waktu dari *operation time* terhadap *loading time*-nya.
2. Perhitungan *Performance efficiency*
Performance efficiency merupakan rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).
3. Perhitungan *Rate of Quality Product*
Rate of Quality Product merupakan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi kapasitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses.
4. Menghitung *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*
Setelah dilakukan perhitungan nilai *availability*, *performance efficiency* dan *rate of quality product* pada mesin pengolahan minyak CPO diperoleh maka dilakukan perhitungan nilai *overall equipment effectiveness (OEE)* untuk mengetahui besarnya efektivitas penggunaan mesin pengolahan minyak CPO.
5. Perhitungan Nilai OEE *Six Big Losses*
Perhitungan Nilai OEE *Six Big Losses* adalah perhitungan dari enam kerugian yang disebabkan karena *Equipment Failures (Breakdowns)*, *Setup dan Adjustment*, *Idling dan Minor Stoppages*, *Reduced Speed*, *Defect Losses* dan *Yield/scrap loss*.

2.3. Analisis dan Evaluasi

Analisis dan Evaluasi dilakukan melalui grafik hasil perhitungan OEE dengan melakukan penjelasan penyebab naik dan turunnya nilai OEE kemudian dilanjutkan dengan penggunaan pareto diagram untuk menentukan faktor *six big losses* yang paling berpengaruh dalam penurunan nilai OEE.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dengan menggunakan metode *Stopwatch Time Study* diantaranya yaitu:

3.1. Rasio *Availability* dengan Standar *World Class*

Kesiapan *availability* tersebut dapat digunakan untuk menilai keberhasilan atau efektivitas dari kegiatan perawatan yang telah dilakukan sehingga mesin dalam keadaan siap pakai. Berdasarkan dari perhitungan *availability* pada mesin pengolahan minyak CPO, adapun nilai *availability* rata-rata dari setiap mesin produksi CPO dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rasio *Availability* dengan Standar *World Class*

Nama Mesin	Standar <i>World Class</i> Nilai <i>Availability</i>	<i>Avability</i> (%)
<i>Sterilizer</i>	90	98.12
<i>Thesher</i> /penebah	90	98.13
<i>Screw Press</i>	90	95.86
<i>Clarification</i>	90	98.23

Berdasarkan pada Tabel 1 diatas menunjukkan bahwa nilai rasio *availability* tertinggi ditunjukkan pada mesin *Clarification* dengan tingkat persentase sebesar 98.23 dan nilai rasio terendah yaitu pada mesin *Screw Press* dengan persentase sebesar 95.86 sehingga nilai persentase tersebut diatas nilai rata-rata dari standar *world class* yaitu sebesar > 90%, hal ini karena waktu yang tersedia untuk proses produksi pada mesin pengolahan minyak CPO sangat dimanfaatkan secara evaktif.

3.2. Analisis Rasio *Performance Efficiency*

Performance efficiency merupakan rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*). Berdasarkan dari perhitungan *performance efficiency* pada mesin pengolahan minyak CPO dihasilkan besar nilai *performance efficiency* rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rasio *Performance Efficiency* dengan Standar *World Class*

Nama Mesin	Standar <i>World Class</i> Nilai <i>Performance Efficiency</i>	<i>Performance Efficiency</i> (%)
<i>Sterilizer</i>	95 %	82.09
<i>Thesher</i> /penebah	95 %	82.08
<i>Screw Press</i>	95 %	88.06
<i>Clarification</i>	95 %	81.98

Berdasarkan dari Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa rasio rata-rata *performance efficiency* tertinggi yaitu pada mesin *screw press* dengan tingkat persentase sebesar 88.06% dan nilai *performance efficiency* terendah yaitu pada mesin *Clarification* dengan tingkat persentase sebesar 81.98% dan nilai tersebut masih jauh dibawah nilai rata-rata dari standar *world class* yaitu sebesar > 95%, hal ini karena kemampuan mesin pengolahan minyak CPO dalam memproduksi tergolong rendah. Rendahnya nilai *performance* dikarenakan hasil pengolahan minyak CPO tidak sesuai dengan kecepatan kerja dari mesin produksi tersebut yang digunakan. Beberapa hal yang menyebabkan ketidak sesuaian yang menyebabkan terjadinya *breakdown* dan waktu pergantian komponen yang membutuhkan waktu lama. Selain itu adanya penurunan kecepatan mesin yang digunakan juga mempengaruhi performansi mesin pengolahan minyak CPO tersebut.

3.3. Analisis Rasio *Rate of Quality Product*

Rate of quality product merupakan rasio jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk yang diproses. Berdasarkan dari perhitungan *rate of quality product* pada mesin *press* dihasilkan besar nilai *rate of quality product* setiap bulannya yang ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rasio *Rate of Quality Product* dengan Standar *World Class*

Nama Mesin	Standar <i>World Class</i> Nilai <i>Rate of Quality Product</i>	<i>Rate of Quality Product (%)</i>
<i>Sterilizer</i>	99 %	96.15
<i>Thesher/penebah</i>	99 %	93.92
<i>Screw Press</i>	99 %	80.80
<i>Clarification</i>	99 %	97.06

Berdasarkan dari Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa *rate of quality product* tertinggi yaitu pada mesin *Clarification* dengan tingkat persentase sebesar 97.06% dan nilai dibawah *rate of quality product* terendah yaitu pada mesin *Screw Press* dengan tingkat persentase sebesar 80.80% tingkat persentase tersebut masih dibawah dari nilai rata-rata dari standar *world class* yaitu sebesar > 99%, hal ini karena banyaknya produk cacat pada proses pengolahan minyak CPO selain itu karena rendahnya nilai *operation time* mengakibatkan produktivitas mesin produksu menurun sehingga nilai *rate of quality product* dibawah standar dunia.

3.4. Analisis Rasio *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Pengukuran *Overall equipment effectiveness* merupakan besarnya efektivitas yang dimiliki oleh mesin, selain itu kombinasi dari faktor waktu, kualitas pengoperasian mesin dan kecepatan produksi mesin itu sendiri. Berdasarkan dari perhitungan *Overall equipment effectiveness* pada mesin *press* dihasilkan besar nilai *Overall equipment effectiveness* setiap bulannya yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rasio *Overall Equipment Effectiveness* dengan Standar *World Class*

Bulan	Standar <i>World Class</i> Nilai OEE %	Nilai OEE
<i>Sterilizer</i>	85	71.41
<i>Thesher/Penebah</i>	85	75.64
<i>Screw Press</i>	85	68.21
<i>Clarification</i>	85	78.16

Berdasarkan pada Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa hasil perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) tertinggi yaitu pada mesin *Clarification* dengan tingkat persentase sebesar 78.16 dan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) terendah yaitu pada mesin *Screw Press* dengan tingkat persentase sebesar 68.21, berdasarkan nilai persentase tersebut ternyata masih jauh dibawah nilai *standar world class* yaitu sebesar 85%, hal ini dikarenakan efektivitas yang dimiliki oleh mesin pengolahan minyak CPO masih rendah secara total pencapaian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) masih jauh atau rendah dari target yang ada ($\geq 85\%$). Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada setiap kurang dari 85% dimana komposisi *performancy efficiency* rata-rata lebih rendah dibandingkan dari faktor lainnya diantaranya faktor *availability* dan *rate of quality product*, karena hubungan yang berbanding lurus antara faktor utama dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), dimana jika nilai faktor utama rendah maka akan menyebabkan pencapaian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) melakukan proses pengolahan minyak CPO, hal tersebut yang menyebabkan rendahnya pencapaian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah *performancy effectiveness* dimana waktu yang tersedia untuk kegiatan *maintenance* tidak dimanfaatkan secara efektif dan efisien.

3.5. Pengaruh *Six Big Losses*

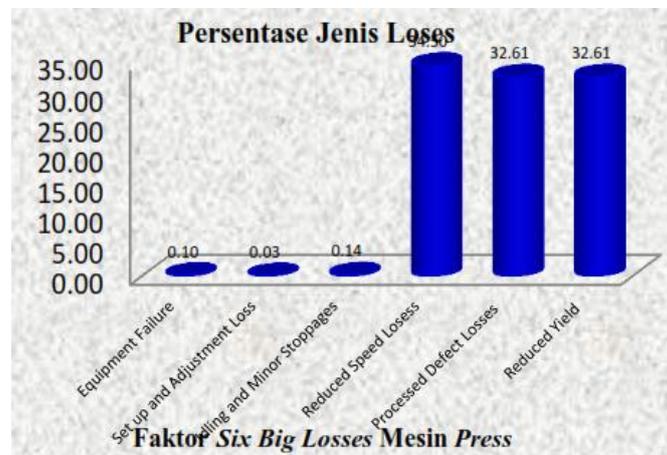
Berdasarkan perhitungan *six big losses* dari ke empat mesin pengolahan CPO maka yang paling berpengaruh yaitu mesin *press* dimana besar *time loss* faktor dalam *six big losses*

yaitu pada mesin *press* yang terlihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Persentase Faktor *Six Big Losses* pada Mesin *Press*

No	<i>Six Big Losses</i>	Total Time Loss (Jam)	Persentase (%)
1	<i>Equipment Failure</i>	208.43	0.10
2	<i>Set up and Adjustment Loss</i>	56.66	0.03
3	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	302.00	0.14
4	<i>Reduced Speed Losses</i>	72979.92	34.50
5	<i>Processed Defect Losses</i>	68981.40	32.61
6	<i>Reduced Yield</i>	68981.40	32.61
Total		211509.81	100.00

Berdasarkan Tabel 5 diatas dapat dijelaskan bahwa persentase *time loss* dari ke enam faktor tersebut dari mesin *press* yang sangat berpengaruh yaitu pada *Reduced Speed Losses* dengan tingkat persentasenya yaitu sebesar 34.50% lebih jelas lagi diperlihatkan dalam bentuk histogram seperti yang terlihat pada Gambar 1 berikut.



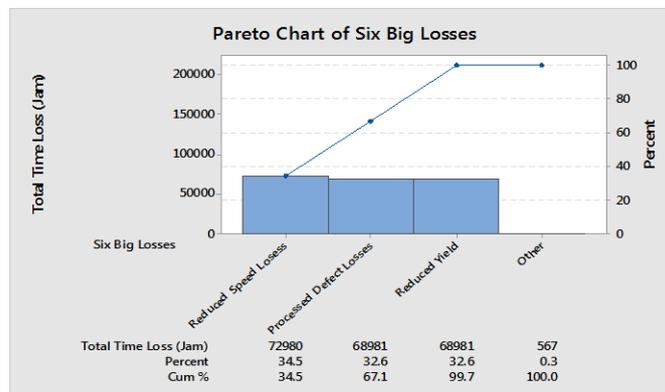
Gambar 1. Faktor *Six Big Losses* pada Mesin *Press*

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor tersebut adalah *Reduced Speed Loss* dengan tingkat persentasenya yaitu sebesar 34.50%, sehingga untuk melihat urutan persentase keenam faktor tersebut mulai dari yang terbesar hingga terkecil dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Persentase Kumulatif Faktor *Six Big Losses* pada Mesin *Press*

No	Jenis Losses	Total Time Loss (Jam)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	<i>Reduced Speed Losses</i>	72979.92	34.50	34.50
2	<i>Processed Defect Losses</i>	68981.40	32.61	67.12
3	<i>Reduced Yield</i>	68981.40	32.61	99.73
4	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	302.00	0.14	99.87
5	<i>Equipment Failure</i>	208.43	0.10	99.97
6	<i>Set up and Adjustment Loss</i>	56.66	0.03	100.00
Total		211509,81	100.00	

Berdasarkan dari hasil pengurutan persentase faktor *six big losses* tersebut, dapat digambarkan diagram paretonya sehingga terlihat jelas urutan dari keenam faktor *six big losses* yang mempengaruhi efektivitas pada mesin *press* Adapun pembuatan diagram pareto tersebut menggunakan aplikasi *minitab* 17 yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Pareto Diagram *Six Big Losses* pada Mesin *Press*

Berdasarkan dari Gambar 2 diagram faktor *six big losses* diatas dapat dilihat bahwa faktor yang memberikan kontribusi terbesar terhadap permasalahan efektivitas pada mesin *Press* disebabkan oleh *Reduced Speed Loss* dengan tingkat persentasenya yaitu sebesar 34.50% faktor tersebut mengakibatkan pemakaian waktu produksi yang tidak efisien diakibatkan seringnya terjadi kerusakan mesin *press* pada saat proses produksi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan OEE diperoleh bahwa tingkat efektivitas masing-masing dari mesin pengolahan minyak CPO yaitu nilai OEE pada mesin *sterilizer* sebesar 71.41%, untuk mesin *Thresher/* Penebah sebesar 75.64%, untuk mesin *Screw Press* sebesar 68.21 dan nilai OEE pada mesin *Clarification* yaitu sebesar 78.16% dimana faktor *six big losses* yang memiliki persentase pengaruh paling terbesar terhadap *losses time* dan perlu dilakukan perbaikan adalah *reduced speed losses* yaitu sebesar 84.62 %, kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan mesin *press* dan *clarification* dalam mencapai target produksi serta dalam pencapaian efektivitas penggunaan mesin belum mencapai kondisi yang ideal yaitu $\geq 85\%$. Persentase besarnya faktor yang terdapat dalam *six big losses* yaitu pada mesin *strelizer* disebabkan oleh *Process Defect Losses* dan *Reduced Yield* dengan tingkat persentase yang sama yaitu sebesar 49.03%, pada mesin *Thresher* disebabkan oleh *Reduced Speed Losses* dengan tingkat persentasenya yaitu sebesar 72.70%, pada mesin *Press* disebabkan oleh *Reduced Speed Loss* dengan tingkat persentasenya yaitu sebesar 34.50% dan mesin *Clarification* disebabkan oleh *Reduced Speed Loss* dengan tingkat persentasenya yaitu sebesar 84.62%, dari ke empat mesin pengolahan CPO faktor *six big loss* yaitu pada mesin *Clarification* dimana persentase terbesar di akibatkan oleh *Reduced Speed Losses*, hal ini sulit dihindari karena kerugian ini juga dipengaruhi oleh kualitas dari minyak CPO yang kurang baik karena kadar asam lemak bebas dan kadar air yang tinggi. Faktor yang dominan mempengaruhi keefektifitasan penggunaan mesin pengolahan minyak CPO yang terjadi selama periode Agustus 2018-Juli 2019 dengan metode OEE adalah pada mesin *Screw Press* yaitu sebesar 73.85% dimana persentase tersebut jauh dibawah nilai standar OEE *world class* (85%) dibandingkan dengan mesin lainnya hal ini diakibatkan karena kecepatan dan tekanan pada saat pengolahan TBS berkurang/tidak stabil, mesin *press* yang digunakan sering mengalami

kerusakan sehingga produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi kualitas dan kuantitas yang diharapkan.

5. SARAN

Agar perusahaan mampu mencapai dan menerapkan nilai standar *world class* OEE yaitu 85% lebih baik dari nilai OEE yang telah dihitung. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menekan faktor utama penyebab rendahnya nilai OEE yaitu *reduced speed losses* dan *Idling and Minor Stoppages* sekecil mungkin melalui sistem manajemen dan perawatan. Perusahaan sebaiknya lebih memperhatikan kondisi mesin *press* dengan memperkirakan waktu kerusakan mesin melalui perhitungan umur mesin untuk mengantisipasi kerusan mesin dan menetapkan langkah-langkah perawatan mesin dan penggantian komponen mesin sebelum terjadi kerusakan mesin. Sebaiknya perusahaan harus mempersiapkan suku cadang yang sulit untuk didapatkan atau *idle time*-nya memakan waktu yang lama, sehingga disaat mesin mengalami kerusakan dapat mempersingkat waktu *breakdown* mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ansori, N. M., 2013, *Sistem perawatan Terpadu*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] Assauri, S., 2008, *Tujuan Maintenance Blancard Logisticts engineering And management pemeliharaan*, Erlangga, Surabaya.
- [3] Dhillon, B. S., 2006, *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*, Taylor & Francis Group, New York.
- [4] Gaspersz, V., 2004, *Production Planning and Inventory Control Edisi Ketiga*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [5] Hasriyono, M., 2009, *Evaluasi Efektivitas Mesin dengan Penerapan Total Productive Mainenance (TPM) di PT. Hadi Baru*, Universitas Sumatera Utara, Jurusan Teknik Industri.
- [6] Kartika, E., 2010, *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Six Big Losses Pada Mesin yang Mempengaruhi Efisiensi Produksi di PT. Kimia Farma (Persero) Tbk*, Universitas Sumatera Utara, Jurusan Teknik Industri.
- [7] Kurniawan, F., 2013, *Manajemen Perawatan Industri: Teknik dan Aplikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Kigsirisina, S. P., 2016, Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant, *Procedia Engineering*, vol 154, hal 260-267.
- [9] Nayak, E.A., 2013, Evaluation of OEE In A Continuous Process Industry On An Insulation Line In A Cable Manufacturing Unit, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol 2, no 5.
- [10] Muchiri, P. L., 2006, Performance Measurement Using Overall Equipment effectiveness (OEE): Literature Review & Practical Application Discussion, *International Journal of Production Research*.
- [11] Murnawan, H. M., 2008, Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Surabaya, *Jurnal Teknik Industri*.
- [12] Nachnul, A., 2013, *Sistem Perawatan Terpadu, Buku Teknik Edisi Pertama*, Yogyakarta.
- [13] Nakajima, S., 1988, *Introduction to Total Productive Maintenance*, Producticity Press Inc, Cambridge, MA.
- [14] Osama, T. R., 2010, Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement, *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*.

- [15] Viroolin, C. S., 2017, *Analisis Efektivitas Mesin Hopper Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness dan FMEA*, Universitas Sumatera Utara, Jurusan Teknik Industri.
- [16] Yoshikazu, T., Takashi Osada., 2000, *Total Productive Maintenance-TPM*, Technical Report, Lulea Tekniska Universite.